

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3831965 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 38 31 965.9
㉑ Anmeldetag: 21. 9. 88
㉒ Offenlegungstag: 29. 3. 90

㉓ Int. Cl. 5:
B01D 61/08

C 02 F 1/44
C 02 F 1/32
G 05 D 7/00
// F15B 3/00

DE 3831965 A1

㉔ Anmelder:
Ueberall, Peter, 2082 Uetersen, DE

㉕ Erfinder:
gleich Anmelder

㉖ Vorrichtung zum Entsalzen von Flüssigkeiten, vorzugsweise Seewasser, nach dem Prinzip der Umkehr-Osmose mit Druckübersetzer

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist eine Entsalzungsanlage nach dem Verfahren der Umkehr-Osmose, welche anstelle einer Hochdruckpumpe eine Pumpe im Niederdruckbereich in Verbindung mit einem Druckübersetzer verwendet. Hierdurch kann eine solche Anlage mit einer einzigen Pumpe im Niederdruckbereich gefahren werden und es wird der Einsatz von Hochdruckpumpen sehr kleinen Ausmaßes vermieden. Verkleinerungen von Einrichtungen und Maschinen über ein bestimmtes Maß hinaus, mögen wohl zu den gewünschten Reduzierungen der Leistungen führen, wobei die Wirkungsgradeinbußen meist keine Rolle spielen, jedoch treten dann Nachteile in Erscheinung, welche mit der Wartung, dem Geräuschpegel, der Betriebssicherheit, der nicht lohnenden Reparatur etc. zusammenhängen, weil man sich damit außerhalb des vernünftigen technischen Rahmens begibt, innerhalb dessen alle Seriengeräte, welche nach erfahrungsgemäß brauchbaren Parametern konstruiert sind, eignen und damit solche Nachteile nicht mit sich bringen.

Daß die für die Druckübersetzung und für die Förderung des zu entsalzenden Wassers notwendige und erfindungsgemäße Förderpumpe eine erheblich größere Fördermenge als die vergleichsweise miniaturisierte Hochdruckpumpe haben muß, spielt bei den kleinen verlangten Permeatmengen z. B. auf Yachten keine nennenswerte Rolle. Die damit erreichten Vorteile überwiegen über die technischen Unzulänglichkeiten von Kleinstpumpen, mit denen man bei extrem kleinen Fördermengen Drücke bis 60 bar erzwingen muß.

DE 3831965 A1

Beschreibung

Die Erfindung befaßt sich mit Entsalzungsanlagen nach dem Prinzip der Umkehr-Osmose, vorzugsweise mit kleineren und kleinsten Leistungen an Bord von Yachten und kleinen Seeschiffen. Dort ist der Trinkwasserverbrauch meist gering, so daß man oft mit weniger als einer halben Tonne pro Tag auskommt. Wegen der speziell auf Yachten unzulänglichen Stromversorgung, die meist zur Strom einsparung zwingt, wird man dort besonders kleine Anlagen installieren, die man im 24-Stundenbetrieb fahren läßt. Diese Faktoren, der geringe Einbauplatz und der relativ geringe Trinkwasserbedarf haben bei der Entwicklung kleiner und kleinster Umkehr-Osmose-Anlagen, speziell für Yachten, zur Miniaturisierung der Pumpeneinheiten geführt, weil in den serienmäßigen und nach den üblichen Parametern konzipierten Pumpenprogrammen beispielsweise keine technisch wirklich vertretbaren Pumpen mit extrem hoher Förderhöhe bei extrem niedriger Fördermenge zur Verfügung stehen.

Der erfindungsgemäße Gedanke zielt darauf ab, auch für sehr kleine Permeatleistungen betriebssichere, serienmäßige, robuste und leicht reparierbare Pumpen heranzuziehen, d.h. Pumpen aus dem Normalbereich der Fertigungen mit vergleichsweise niedriger manometrischer Förderhöhe.

Die Erfindung bedient sich eines Druckübersetzers nach dem Prinzip der hydraulischen Presse, welche als Zwischenstufe zwischen einer normalen Kreiselpumpe und der Konzentratseite eines Umkehr-Osmose-Moduls dient. Demnach werden die genannten bisherigen konstruktiven Zwänge nach dem Prinzip "mehr Wasserweniger Druck" beseitigt. Die miniaturisierte Hochdruckpumpe mit ihren Risiken und spielzeugartigen Abmessungen wird damit überflüssig gemacht. Dieser Vorteil muß naturgemäß mit einer größeren Wasserförderung — allerdings bei erheblich geringerem Druck — erkauft werden, was auf Schiffen keine Rolle spielt; da genügend Seewasser zur Verfügung steht. Der höhere Energiebedarf durch die Reibungsverluste des Druckübersetzers wird durch den besseren Wirkungsgrad der größeren Pumpe ausgeglichen und spielt hier keine entscheidende Rolle. Größere Yachten, die einen höheren Wasserbedarf haben, besitzen ein stärkeres Bordnetz und dort ist es auch stets möglich, beispielsweise ein kleines, mit einem Benzinmotor angetriebenes Stromaggregat so aufzustellen, daß dessen Schallemission nicht stört.

Führt die Erfindung nicht nur von extrem kleinen Hochdruckpumpen weg, so kommt sie vorteilhafterweise auch mit nur einer einzigen Förderpumpe aus, wie später anhand eines Beispiels gezeigt wird. Die üblichen Konstruktionen benötigen zunächst eine Förderpumpe mit Antriebsmaschine als auch eine Hochdruckpumpe mit Antriebsmaschine für den Betrieb der Permeatoren. Damit entfällt ein Pumpen/Motor-Satz und damit eine potentielle Störquelle.

Fig. 1 zeigt beispielhaft eine sehr kleine Entsalzungsanlage nach dem Prinzip der Umkehr-Osmose entsprechend dem Stand der Technik. Die Seewasserentnahmepumpe 2 mit Antriebsmotor 3 entnimmt bei 1 Seewasser und fördert dies durch Filter 4 in die Hochdruckpumpe 5 mit Antriebsmotor 6. Über eine mittels Überdruckventil 7 abgesicherte Druckleitung fördert die Hochdruckpumpe 5 das Wasser unter hohem Druck auf die Konzentratseite 8 des Umkehr-Osmose-Moduls 10. Von der Permeatseite 9 fließt das entsalzte Wasser über einen

Salzgehalt-Sensor 11 und ein Dreiwegeventil 12 mit Auslaß zur See 14 über die Frischwasserleitung 13 zum Frischwassertank. Der Salzgehalt-Sensor 11 reagiert auf die Leitfähigkeit des Wassers und gibt erst dann die Leitung 13 zum Frischwassertank frei, wenn ein eingestellter Wert unterschritten wird. Dieser Wert soll möglichst unter 500 ppm Salzgehalt liegen.

In Fig. 1 sind beispielhaft die Verhältnisse der Stoffströme wie folgt dargestellt. Ausgehend von einer Leistung von 15 l/h mit einem Salzgehalt unter 500 ppm, müßte in dieser konventionellen Kleinanlage die Förderpumpe 2 ca. 42 l/h Seewasser mit ca. 1 bar fördern. Dieses ist mit 35 000 ppm Salzgehalt angenommen. Die Hochdruckpumpe würde ebenfalls 42 l/h mit dem gleichen Salzgehalt von 35 000 ppm jedoch bei ca. 57 bar fördern. Die Membrane im Umkehr-Osmose-Modul trennt unter diesen Verhältnissen ca. 15 l/h Permeat mit unter 500 ppm ab, wobei ca. 27 l/h aufgesalztes Konzentrat mit etwa 54 000 ppm in die See zurückfließen würde.

Die Erfindung geht von der Auffassung aus, daß eine miniaturisierte Hochdruckpumpe mit einer manometrischen Gesamtförderhöhe von 570 m stets eine technische Zwangslösung darstellt, die man vernünftigerweise gerne vermeidet. Ferner macht sich die Erfindung zu eigen, daß sie vorteilhafterweise eine der beiden Pumpen, nämlich die unter extremen Bedingungen laufende miniaturisierte Hochdruckpumpe, gar nicht benötigt.

Fig. 2 zeigt im Prinzip eine erfindungsgemäße Anordnung einer Entsalzungsanlage nach dem Prinzip der Umkehr-Osmose für kleine Leistungen.

Darin ist 1 die einzig vorkommende Pumpe, nämlich eine Seewasserförderpumpe, welche einmal über Leitung 2 in die Niederdruckseite des Druckübersetzers 4 fördert und über Leitung 3 auf die Hochdruckseite desselben und zwar in das Ansaugventil 5. Vom Hochdruckteil des Druckübersetzers 4 wird das zu entsalzende Seewasser auf die Konzentratseite 8 des Umkehr-Osmose-Moduls 7 gedrückt und auf der Permeatseite 9 erscheint schließlich das entsalzte Wasser.

Anstelle der Hochdruckpumpe 5 in Fig. 1 erscheint nunmehr der Druckübersetzer 4. Dieser ist eine sehr einfache Vorrichtung mit einem einzigen hin- und hergehenden Teil, nämlich dem Doppelkolben 10. Die Ansteuerung des Niederdruckteiles geschieht beispielsweise durch zwei Dreiwegemagnetventile 6, angesteuert über ein Taktrelais oder die Endschalter 12, welche jeweils entgegengesetzt geschaltet sind. Diese Dreiwegemagnetventile 6 können beispielsweise mit einer Periode von 4 Sek. Einlaß und 4 Sek. Auslaß arbeiten, wobei sie jeweils 4 Sek. unter Spannung stehen (Einlaß), um dann 4 Sek. stromlos (Auslaß) arbeiten. Dies ist eine betriebssichere Schalthäufigkeit, wie auch ein langsam arbeitender Druckübersetzer in keiner Weise einem schnellen Verschleiß oder besonderen Störungen unterworfen ist.

Die Vorrichtung arbeitet mit nur einer Pumpe und einem Antriebsmotor entgegen der üblichen Anordnung nach Fig. 1, welche zwei Pumpen, davon eine extreme Hochdruckpumpe 5 und eine Zuförderpumpe 2 benötigt. Die Stoffströme sind allerdings bei der Anordnung nach Fig. 2 anders. Geht man wiederum von 15 l/h Permeat aus, so müssen wie bei der Anordnung nach Fig. 1 in den Umkehr-Osmose-Modul wiederum 42 l/h hineingedrückt werden, während nun aber die Förderpumpe 640 l/h anstelle von 42 l/h wie bei der beschriebenen üblichen Anordnung fördern muß. Auf den ersten Blick erscheint dies unvorteilhaft, obwohl in bei-

den Anordnungen das Produkt "Fördermenge \times Druck" ungefähr gleich ist. Dieser notwendige größere Förderstrom an der Förderpumpe, der zur Bewegung des Kolbens am Druckübersetzer notwendig ist, führt jedoch zu einer Förderpumpe mit technisch akzeptablen Auslegewerten von 640 l/h auf 4 bar, während vorher eine komplizierte und miniaturisierte Hochdruckpumpe mit 42 l/h auf 57 bar insalliert werden mußte, entsprechend Fig. 1. Die Leistung der nach Fig. 2 erforderlichen Förderpumpe ist einschließlich Druckübersetzer durchaus vergleichbar. Der nunmehr bessere Wirkungsgrad der Pumpe gleicht einiges aus. Die erhöhte Fördermenge ist schließlich vollends uninteressant, da einerseits 640 l/h keinen nennenswerten Förderstrom darstellen und andererseits für eine Yacht oder ein kleines Schiff ein nie versiegender Vorrat an Seewasser zur Verfügung steht. Somit bringt die Anordnung nach Fig. 2 folgende Vorteile:

1. Eine Pumpe und ein Antriebsmotor anstelle von zwei Pumpen und zwei Antriebsmotoren.
2. Eine handelsübliche "normale" und unkomplizierte Kreispumpe im unproblematischen Druckbereich um 4 bar, die nicht anfällig ist, statt einer miniaturisierten relativ komplizierten Kolbenpumpe mit einer ganzen Reihe schnellbewegter Teile und Dichtungen und einem sehr hohen Druck um 570 m WS.
3. Den Einsatz eines einfachen Druckübersetzers zur Erzeugung des erforderlichen Druckes mit einem langsam hin- und hergehenden Doppelkolben, der mechanisch kein Problem darstellt.

Durch den Einbau eines Regulierventils 13 in der Leitung 2, läßt sich bei Verwendung von Endschaltern 12 die Frequenz auch auf hydraulischem Wege regulieren, wie auch die Fördermenge des Druckübersetzers durch Änderung der Wechselfrequenz der Dreiwegemagnetventile 6 reguliert werden kann. Soweit es der Umkehr-Osmose-Modul erlaubt, kann so vorübergehend eine erhöhte Leistung eingestellt werden oder auch mit vermindertem Betrieb gefahren werden, beides durch eine einfache Einstellung am Regulierventil 13 oder am Zeitgeber des Taktrelais.

Fig. 3 zeigt beispielhaft den Aufbau einer Entsalzungsanlage für eine kleinere Yacht nach dem Prinzip der Umkehr-Osmose entsprechend dem erfindungsgemäßen Gedanken.

Die Vorrichtung benötigt nur die Förderpumpe 2, welche über einen Grobfilter 3 beispielsweise über Seeventil 1 das Seewasser ansaugt. Diese Pumpe kann eine handelsübliche Kreispumpe sein. Das Verhältnis von Fördermenge zu manometrischer Gesamtförderhöhe kann dabei in einem normalen Rahmen liegen. Diese Förderpumpe versorgt zugleich zwei Leitungen. Einmal die Leitung zu den Dreiwegemagnetventilen 16 des Druckübersetzers 8 und die Leitung zum Einlaßventil 9 des jeweiligen Hochdruckzylinders 11 des Druckübersetzers 8.

Da das Druckwasser, welches die Umkehr-Osmose-Membrane auf der Konzentratseite 18 des Umkehr-Osmose-Moduls 17 benetzt, höheren Anforderungen entsprechen muß, wird diese Leitung über eine Chemikalienschleuse 4 und die beiden Filter 5 und 6 geführt. Die Chemikalienschleuse kann beispielsweise mit Chemikalien in Tablettenform beladen werden. Sie ist von besonderer Bedeutung, wenn der Umkehr-Osmose-Modul über eine längere Frist nicht benutzt wird und möglicherweise eine Konservierung mittels Natrium-Bisulfid

oder einem anderen Biostat erforderlich ist. Andererseits kann hier auch dasselbe Chemical beispielsweise in Form einer schwerer löslichen Tablette eingegeben werden, welches dann im Betrieb als Biostat wirkt und den Modul 17 auf der Konzentratseite vor dem sogenannten "Fouling" schützt. Die beiden Filter 5 und 6 sind zweckmäßigerweise Patronenfilter von gestaffelter Feinheit, beispielsweise Filter 5 mit Feinheit 40 micron und Filter 6 mit Feinheit 5 micron oder darunter.

Im Druckübersetzer 8 befindet sich ein hin- und hergehender Doppelkolben 25, der auf der Niederdruckseite durch die Pumpe 2 direkt beaufschlagt wird, gesteuert durch zwei Dreiwegemagnetventile 16 etwa über ein einstellbares Taktrelais oder mittels Endschalter 14, die berührungsfrei arbeiten können, und Drosselventil 15. Die Leerspülung des Zylinders im Niederdruckteil geschieht über die jeweilige Abgangsleitungen 13 an den Dreiwegemagnetventilen 16. Eine solche Druckübersetzung kann leicht aus serienmäßigen Komponenten zusammengesetzt werden.

Mittels derselben Pumpe 2 gelangt über die Hochdruckventile 10 das durch die qualitätsverbessernden Komponenten 4, 5 und 6 konditionierte Druckwasser über die Leitung 26 mit Druck-Sicherheitsventil 27 in den Konzentratteil 18 des Umkehr-Osmose-Moduls 17. Über das Drosselventil 28 fließt das Konzentrat bei 19 ab. Das Permeat aus dem Permeatteil 20 desselben Umkehr-Osmose-Moduls 17 gelangt zweckmäßigerweise über einen Leitfähigkeits-Sensor 21, gekoppelt mit einem Dreiwegemagnetventil 22 in die Permeatleitung 24 und fließt von da in den Trinkwassertank ab. Dieser Sensor öffnet das Dreiwegemagnetventil 22 erst dann, wenn ein gewünschter Salzgehalt unterschritten wird. Bis dahin fließt das zu salzhaltige Wasser bei 23 vom Dreiwegemagnetventil 22 ab. Falls erforderlich, können die beim Richtungswechsel des Kolbens 25 entstehenden Druckschwankungen durch einen Druckdämpfer 29 ausgeglichen werden, um die Umkehr-Osmose-Membranen zu schonen.

Die nach Fig. 3 beschriebene Anordnung nach dem erfinderischen Gedanken erlaubt so die Konstruktion einer Entsalzungsanlage für kleine und sehr kleine Leistungen unter ausschließlicher Verwendung von normalen serienmäßigen Komponenten und kann mit nur einer einzigen Förderpumpe, die hinsichtlich Fördermenge und Druck im üblichen Rahmen liegt betrieben werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Entsalzen von Flüssigkeiten, vorzugsweise von Seewasser, nach dem Prinzip der Umkehr-Osmose, dadurch gekennzeichnet, daß zur Beaufschlagung der Konzentratseite der Umkehr-Osmose-Membranen anstelle einer Hochdruckpumpe eine Niederdruckpumpe und ein Druckübersetzer nach dem Prinzip der hydraulischen Presse verwendet wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erfindungsgemäße Anordnung vorzugsweise für kleine und kleinste Leistungen, wie sie unter anderem beispielsweise auf Yachten oder kleinen Seeschiffen vorkommen, eingesetzt wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung mit nur einer Versorgungspumpe versehen ist, die sowohl das Antriebsswasser für den Druckübersetzer als auch

das Wasser für einen oder mehrere Umkehr-Osmose-Module liefert.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1–3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Versorgungspumpe und dem Eintritt in einen oder mehrere Umkehr-Osmose-Module eine Wasserbehandlungsstufe angeordnet ist, welche beispielsweise aus Filtern und/oder Chemikalien-Dosiereinrichtungen bestehen kann, und welche die Rohwasserbeschaffenheit in mechanischer und/oder chemischer Weise verbessert und/oder die Konservierung der Umkehr-Osmose-Membranen vornehmen kann und/oder eine Maßnahme gegen "Fouling" und/oder "Scaling" an den Membranen darstellt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1–4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung auch eine Behandlungsstufe zur Konditionierung des abfließenden Permeates besitzt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1–5, dadurch gekennzeichnet, daß in der Anlage eine oder mehrere Ultraviolett-Flüssigkeits-Entkeimungsvorrichtungen angeordnet sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1–6, dadurch gekennzeichnet, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung als betriebsfertige Kompakteinheit gebaut ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1–7, dadurch gekennzeichnet, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung aus einer oder mehrerer Komponenten zusammengesetzt ist, die jeweils an geeigneten freien Plätzen auf einem Schiff oder in einem Gebäude getrennt, jedoch im Sinne des erfinderischen Gedankens untereinander verbunden, angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1–8, dadurch gekennzeichnet, daß die Versorgungspumpe der erfindungsgemäßen Vorrichtung mittels elektrischem Motor, durch Verbrennungsmaschine oder durch Keilriemenantrieb über einen Schiffsmotor angetrieben wird.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1–9, dadurch gekennzeichnet, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung transportabel ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1–10, dadurch gekennzeichnet, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung eine eigene Stromversorgungsquelle besitzt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1–11, dadurch gekennzeichnet, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung in der Permeatabflußleitung einen Leitfähigkeitsmesser besitzt, der ein Dreiwegeventil ansteuert und dafür sorgt, daß erst nach Erreichen eines bestimmten Restsalzgehaltes entsalztes Wasser in den Trinkwassertank, beispielsweise von einer Yacht, fließt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 1–12, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuflußmenge des Druckwassers auf die Konzentratseite des Umkehr-Osmose-Moduls mengenmäßig durch zwei Dreiwegemagnetventile am Niederdruckteil des Druckübersetzers, angesteuert von Taktzeitrelais, reguliert wird.

14. Vorrichtung nach Anspruch 1–13, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuflußmenge des Druckwassers in die Konzentratseite des Umkehr-Osmose-Moduls mengenmäßig durch zwei Dreiwegemagnetventile, durch Endschalter am Doppelkolben des Druckübersetzers und durch ein Drosselventil in der Zuleitung von der Fördermenge zu den beiden Dreiwegemagnetventilen am Niederdruckteil des Druckübersetzers reguliert wird.

15. Vorrichtung nach Anspruch 1–14, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllung der Hubräume am Niederdruckteil des Druckübersetzers nicht über Magnetventile, sondern über eine Vorrichtung geschieht, die von dem sich hin- und herbewegenden Kolben des Druckübersetzers direkt oder indirekt mechanisch, elektrisch oder hydraulisch angesteuert wird.

16. Vorrichtung nach Anspruch 1–15, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckübersetzer einen oder mehrere Druckübersetzungskolben besitzt.

17. Vorrichtung nach Anspruch 1–16, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckübersetzer einen oder mehrere Druckübersetzungskolben besitzt, wobei die einzelnen Druckübersetzungskolben von einer zentralen Ansteuerungsvorrichtung gemeinsam angesteuert werden, die beispielsweise aus einem oder mehreren Zeitrelais, einem oder mehr Paare von Endschaltern und einem oder mehreren Drosselventilen in der Zuleitung zum Niederdruckteil des Druckübersetzers oder noch anderen zusätzlichen Steuerelementen bestehen kann.

18. Vorrichtung nach Anspruch 1–17, dadurch gekennzeichnet, daß eine Meß- und Anzeigevorrichtung für die Taktfrequenz des Kolbens im Druckübersetzer angeordnet ist, deren Anzeige ein Maß für die Menge des augenblicklich geförderten Permeates ist und mit deren Hilfe eine bestimmte Menge Permeat pro Zeiteinheit eingestellt werden kann.

19. Vorrichtung nach Anspruch 1–18, dadurch gekennzeichnet, daß mit einer Meß- und Anzeigevorrichtung entsprechend Anspruch 18 eine automatische Regulierungsvorrichtung für ein Drosselventil entsprechend Anspruch 14 kombiniert ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 1–19, dadurch gekennzeichnet, daß das abfließende Permeat hinsichtlich Menge pro Zeiteinheit gemessen wird und diese Meßvorrichtung mit der Reguliereinheit nach Anspruch 13 und/oder 14 kombiniert wird, um automatisch Mindermengen auszugleichen, welche beispielsweise durch Verschleiß an den Kolben des Druckübersetzers oder deren Abdichtungen entstanden sind.

21. Vorrichtung nach Anspruch 1–20, dadurch gekennzeichnet, daß deren Niederdruckteil, der die Antriebsseite darstellt, nicht mit einer Flüssigkeit, wie z.B. Wasser, sondern mit einem Gas, wie z.B. Luft angetrieben wird.

22. Vorrichtung nach Anspruch 1–21, dadurch gekennzeichnet, daß in der Zuleitung zum Niederdruckteil, der die Antriebsseite darstellt, ein Druckflußmengenregler eingebaut ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

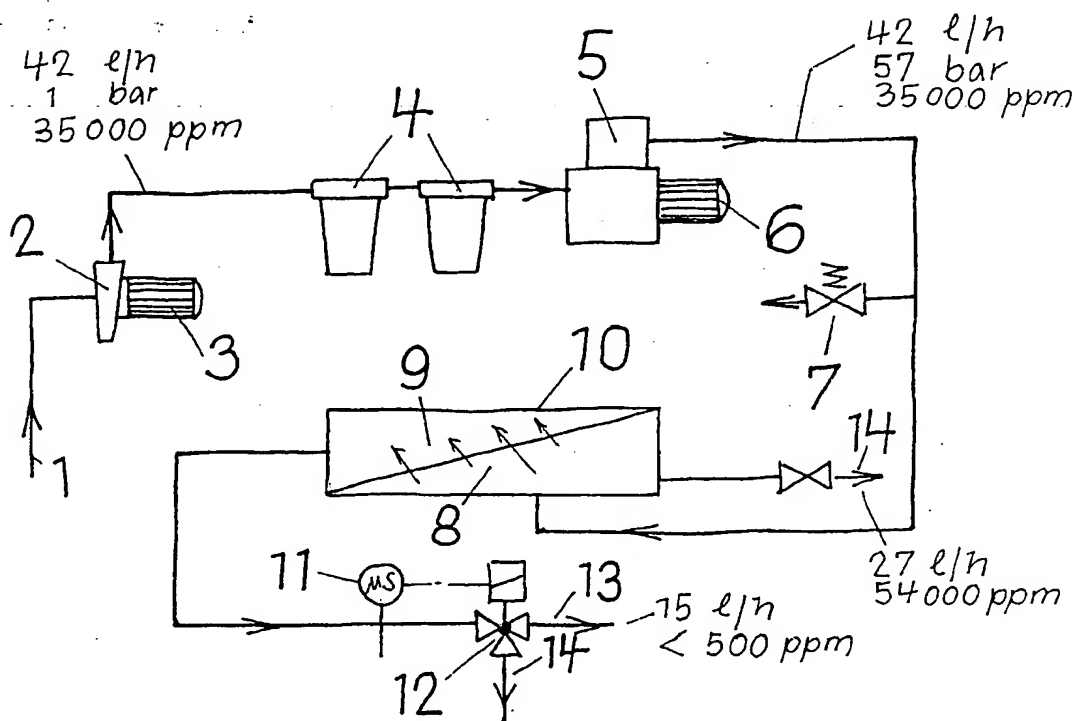


Fig. 1

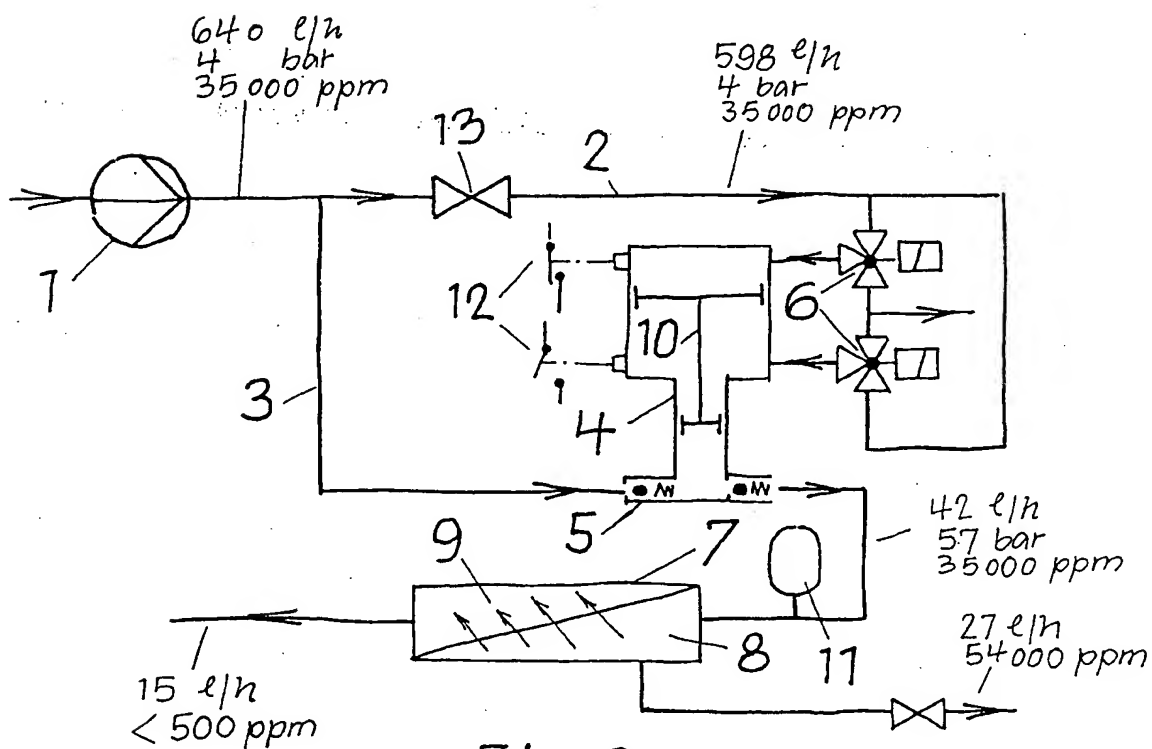


Fig. 2

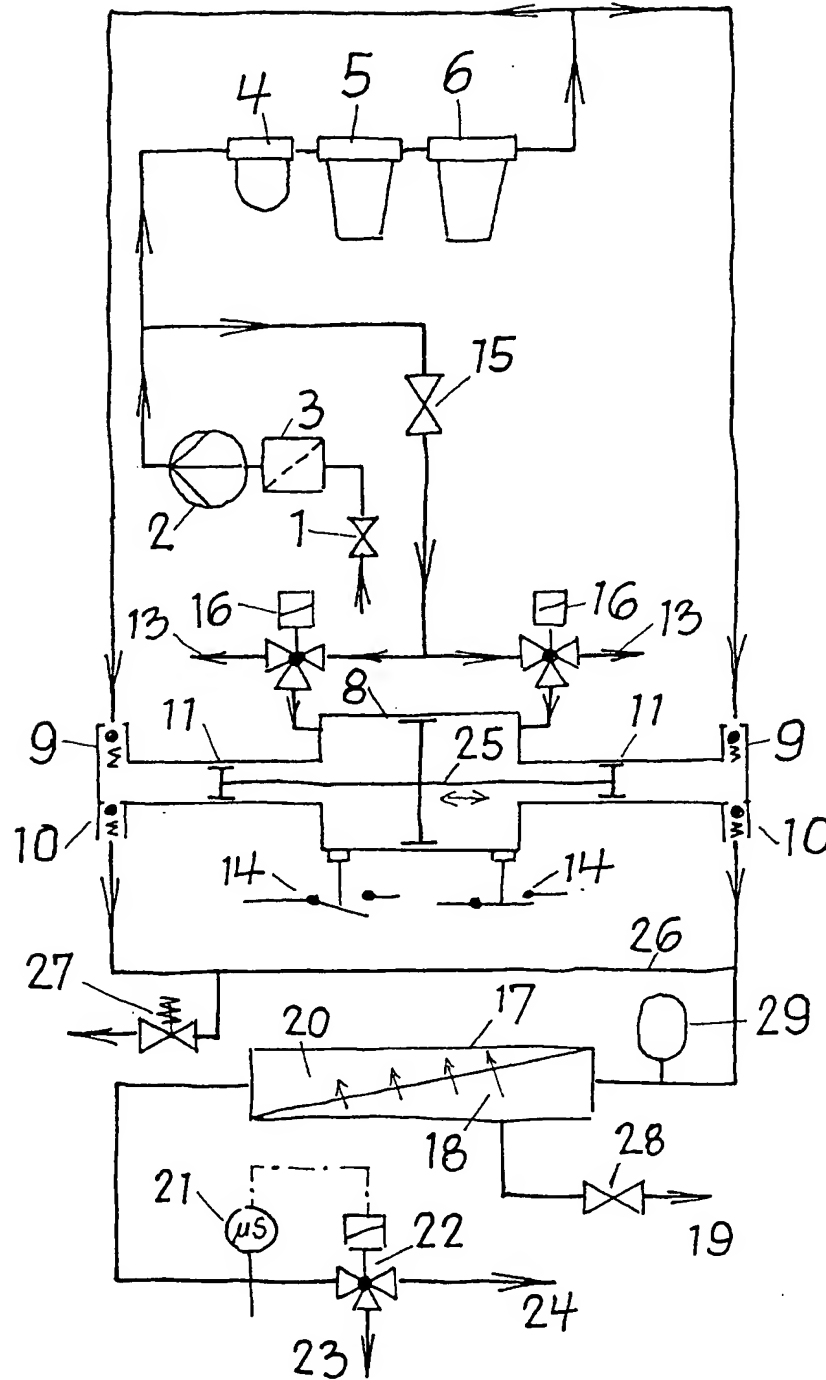


Fig. 3